

# ITU-R에서의 IMT-Advanced 기술 요구사항(IMT.TECH) 표준화 동향

Standardization on Technical Requirements for IMT-Advanced System  
(IMT.TECH) in ITU-R

정희영 (H. Y. Jung)	이동통신표준연구팀 책임연구원
임선배 (S. B. Lim)	차세대이동통신방식연구팀 책임연구원
신경철 (G. C. Sohn)	모바일엑세스연구팀 책임연구원

## 목 차

- .....
- I . 표준화 개요
  - II . IMT-Advanced를 위한 기술  
요구사항
  - III . 차후 일정 및 대응 방안

ITU-R WP 5D에서는 차세대 이동통신 시스템인 IMT-Advanced 시스템에 대한 표준화를 진행하고 있다. 이 표준화는 IMT-Advanced를 위한 표준화 일정, 서비스 요구사항, 기술적 요구사항, 평가 방법 등을 포함하며 최종적으로 각 사항들은 IMT-Advanced 후보 기술 제출 요청을 위해 외부 표준화 기관 등에 발송될 예정이다. 이중 IMT.TECH은 IMT-Advanced에서의 기술적 요구사항을 규정하며 IMT-Advanced 시스템 평가를 위한 최소 기술 요구사항, 주요 기술적인 항목에 대한 정의, 평가를 위한 항목 등을 주요 내용으로 한다. 본고는 2008년 1월 WP 5D 1차 회의까지 작성된 IMT.TECH 문서의 주요 내용을 소개하고, 차후 일정 및 대응 방안에 대하여 논한다.

## I. 표준화 개요

ITU-R WP 5D에서는 차세대 이동통신 시스템인 IMT-Advanced 시스템에 대한 표준화를 진행하고 있다. 이 표준화는 IMT-Advanced를 위한 표준화 일정, 서비스 요구사항[1], 기술적 요구사항[2], 평가 방법[3] 등을 포함하며 최종적으로 각 사항들은 외부 표준화 기관 등에 IMT-Advanced 후보 기술 제출 요청을 위해 외부로 발송될 예정이다.

ITU-R WP 5D에서 개발중인 IMT-Advanced를 위한 문서 중 본 고에서 기술하고자 하는 IMT.TECH은 IMT-Advanced에서의 기술적 요구사항을 규정하며 IMT-Advanced 시스템 평가를 위한 최소 기술 요구사항, 주요 기술적인 항목에 대한 정의, 평가를 위한 항목 등을 주요 내용으로 한다.

IMT.TECH 문서의 현재까지의 진행 현황을 간단히 살펴보면 다음과 같다. 먼저 2007년 5월 WP 5D의 전신인 WP 8F 회의를 통해 IMT.TECH 문서의 1차 초안이 작성되었다. 한국을 포함한 다수의 업체 및 국가가 제출한 기고서를 기반으로 작성된 이 초안은 아직 초기 단계로 많은 부분들이 미결정된 상태로 남겨졌다. 이 문서를 갱신하기 위하여 웹미팅 형태의 대응 활동(correspondence activity) 회의가 추진되어 2008년 1월 WP 5D 1차 회의를 위한 기반(baseline) 문서가 작성되었다. 2008년 1월 회의에서는 이 대응 활동 회의 결과 문서를 기반으로 하여 문서 완료를 위한 논의를 시작하였다. 회의 결과 주요 이슈에 대한 각 국가 및 업체들의 이견으로 인하여 최소 요구사항 항목만 결정되었으며, 각 항목에 대한 실제 값들은 아직 미정으로 남겨져 있는 상태이다.

### ● 용어해설 ●

**IMT-Advanced:** 3세대 이후의 차세대 이동통신시스템으로 저속에서는 1Gbps, 고속에서는 100Mbps의 데이터율을 제공하여 IP 기반의 멀티미디어 심리스(seamless) 서비스를 지원하는 것을 목표로 한다. ITU-R에서 요구사항 및 평가 방법을 규정하며 3GPP나 IEEE 등에서 이에 기반한 후보 기술을 ITU-R로 제안할 예정이다.

본 고는 2008년 1월 WP 5D 1차 회의까지 작성된 IMT.TECH 문서의 주요 내용을 소개하고, 차후 일정 및 대응 방안에 대하여 논한다.

## II. IMT-Advanced를 위한 기술 요구사항

IMT.TECH은 IMT-Advanced 시스템의 평가를 위한 기술적 요구사항을 규정하는 문서로 작업 범위, 관련 참고 문서, 최소 요구사항, 기술적 항목 정의, 평가를 위한 기준 등을 포함한다. 이중 가장 중심이 되는 내용이 III장에 규정된 최소 요구사항이다. 이 최소 요구사항은 IMT-Advanced 후보 기술 요청을 위해 최종적으로 외부 표준 기관 등에 발송할 circular letter의 주요 내용이 될 예정이다.

현재 IMT.TECH은 다음과 같은 8가지의 최소 요구사항을 규정하고 있다.

- (1) Cell Spectral Efficiency(CSE)
- (2) Peak Spectral Efficiency(PSE)
- (3) Bandwidth
- (4) Cell Edge User Throughput(CEUT)
- (5) Latency
- (6) Mobility
- (7) Handover
- (8) VoIP Capacity

다음에 각 항목의 주요 내용 및 항목별 주요 논의 내용에 대하여 기술한다.

### 가. CSE

CSE( $\eta$ )는 셀 및 채널 대역폭 당 모든 사용자의 총 스루풋(throughput)으로 정의되며 b/s/Hz/cell 단위를 가진다. CSE는 식 (1)과 같이 표현될 수 있다. 식에서  $x_i$ 는  $N$  사용자와  $M$  셀로 구성된 시스템에서 사용자  $i$ 에 의해서 에러 없이 송수신된 비트 수를 나타내며,  $\omega$ 는 채널 대역폭 크기,  $T$ 는 데이터 비트가 수신된 시간을 각각 나타낸다.

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{T \cdot \omega \cdot M} \quad (1)$$

1월 회의까지 결정된 잠정적인 CSE 값은 <표 1>과 같다. 표에서와 같이 DL에서의 값은 합의를 이루었으나 UL에서는 아직 합의에 이르지 못하여 임시 값([ ])으로 남겨져 있다.

UL에서는 MIMO 구성에 따라 2가지 경우가 모두 고려되고 있다. 차후 UL의 case 1, case 2는 하나로 통일될 예정이다. <표 1>에서 DL은 4×2 MIMO 구성을 가정하고 있으며, UL의 경우 case 1은 2×4, case 2의 경우는 1×4 MIMO 구성을 가정한다.

#### 나. PSE

PSE는 해당 링크의 모든 가용 무선 자원이 사용될 때 단일 이동 단말에서 에러 없이 수신되는 이론적 최고 데이터율을 대역폭으로 정규화한 값을 의미한다(단위: b/s/Hz).

PSE는 이번 회의 이전까지는 PDR로 표기되었으나 이를 데이터율이 아닌 spectral efficiency로 규정하는 것이 시스템 개발시 유연성을 제공할 수 있다는 의견에 따라 1월 회의에서 spectral efficiency로 변경되었다.

PSE 값은 상대적으로 높은 값을 요구하는 측과 낮은 값을 요구하는 측의 의견이 맞서 합의를 이루지 못한 상태이다. 이에 따라 현재 문서에서는 다운링크에서는 7 또는 10, 업링크에서는 2.5 또는 5로 임시로 두 가지 경우의 값을 모두 고려하고 있다. 이때 DL의 경우 4×4, UL의 경우 2×4의 MIMO 구성을 각각 가정하였다. 예로써 다운링크의 PSE가 10

인 경우 100MHz 대역폭에서는 IMT-Advanced에서 목표로 하고 있는 1Gbps의 최대 데이터율 제공이 가능하다.

#### 다. Bandwidth

대역폭은 IMT-Advanced 시스템이 지원하여야 될 대역폭을 의미한다.

이 항목은 1월 회의 전까지는 없었던 항목이나 PSE에 대한 논의 중 기본 대역폭을 규정하여야 할 필요성이 제기되어 추가되었다. 현재까지의 결정 사항은 IMT-Advanced 시스템을 위한 RIT가 스케일 리블하게 대역폭을 지원하며 이는 20 또는 40MHz 대역폭을 포함하도록 규정하고 있다. 이 대역폭 값은 IMT-Advanced 시스템 개발시 FFT 크기 등과 밀접한 관련을 가지므로 구현의 경제성 측면에서 중요한 의미를 가지는 값이라고 할 수 있다. 100MHz까지의 대역폭 활용에 대한 텍스트 추가도 논의되었으나 아직은 결정되지 못하였다.

#### 라. Normalized CEUT

정규화된 사용자 스루풋은 특정 기간 동안의 평균 사용자 스루풋이 채널 대역폭으로 정의되며, b/s/Hz로 측정된다. Normalized CEUT의 경우 정규화된 사용자 스루풋의 CDF의 5%로 정의되며 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다. 식에서 Normalized CEUT( $\gamma_i$ )는  $x_i$ 는 사용자  $i$ 가 에러 없이 수신한 비트 수,  $T_i$ 는 세션 활성화 시간,  $\omega$ 는 채널 대역폭을 나타낸다.

$$\gamma_i = \frac{x_i}{T_i \cdot \omega} \quad (2)$$

<표 1> 테스트 환경별 DL/UL CSE 값

Test environment	Downlink(b/s/Hz/cell)	Uplink(b/s/Hz/cell) [Case 1]	Uplink(b/s/Hz/cell) [Case 2]
Indoor	3	[2.5]	[1.5]
Microcellular	2.6	[2]	[1.3]
Base coverage urban	2.1	[1.5]	[1.2]
High speed	1	[0.7]	[0.6]

Normalized CEUT 값은 사용자의 서비스 만족도와 직접 관련되는 항목으로 <표 2>와 같이 임시 값으로 잠정적으로 결정되었다.

<표 2> 테스트 환경별 DL/UL Normalized CEUT 값

Test environment	Downlink(b/s/Hz)	Uplink(b/s/Hz)
Indoor	[0.1]	[0.08]
Microcellular	[0.075]	[0.05]
Base coverage urban	[0.06]	[0.03]
High speed	[0.05]	[0.02]

마. Latency

Latency는 제어 평면에서 latency와 사용자 평면에서의 latency로 구분된다.

제어 평면에서 latency는 idle에서 활성 상태로의 상태 변화와 같이 서로 다른 연결 모드로의 변경 시간을 의미한다. IMT-Advanced 시스템은 100ms 이하의 제어 평면에서 latency를 제공하여야 한다.

사용자 평면에서의 latency는 사용자 단말 또는 기지국에서 IP 계층에서의 가용한 SDU와 PDU 간의 천이 시간으로 정의된다. IMT-Advanced 시스템은 업링크와 다운링크 모두에서 페이로드가 0인 IP 패킷에 대하여 10ms 이하의 사용자 평면 latency를 규정하고 있다.

바. Mobility

IMT,TECH 문서에서는 IMT-Advanced 시스템을 위해 다음의 4가지 이동성 분류가 규정되었다.

- Stationary: 0km/h
- Pedestrian: 0km/h to 10km/h
- Vehicular: 10 to 120km/h
- High speed vehicular: 120 to 350km/h

각 이동성 분류는 평가를 위해 규정된 4가지 테스트 환경과 <표 3>과 같은 관련성을 가진다.

사. Handover

IMT-Advanced 시스템은 셀 간을 이동할 때 심리스한 연결성을 유지하기 위하여 handover interruption time으로 측정되는 핸드오버 방법을 제공하도록 규정된다. Interruption time 규정을 위한 핸드오버 형태는 다음과 같다.

- Intra-frequency handovers within IMT-Advanced
- Inter-frequency handovers within IMT-Advanced
  - within a spectrum band
  - between spectrum bands

규정된 Intra/Inter-frequency에 대해 현재까지 합의된 임시 값들은 <표 4>와 같다.

<표 3> 테스트 환경과 이동성과의 관련성

	Test environments			
	Indoor	Microcellular	Base coverage urban	High speed
Mobility classes supported	Stationary, pedestrian	Stationary, pedestrian	Stationary, pedestrian, vehicular	High speed vehicular, vehicular

<표 4> 핸드오버 형태별 최대 허용 Interruption Time

Handover type	Max. interruption time(ms)
Intra-frequency	[25/30]
Inter-frequency <ul style="list-style-type: none"> <li>- within a spectrum band</li> <li>- between spectrum bands</li> </ul>	[TBD]

<표 4>에 규정된 핸드오버 형태 외에 심리스 연결성 유지를 위해 필수적으로 제공되어야 할 핸드오버 방법이 시스템 간의 핸드오버를 규정하는 inter-system 핸드오버이다. 그러나 이 핸드오버 형태는 평가를 하고자 하는 시스템뿐만 아니라 평가 시스템과의 inter-system 핸드오버를 하는 타 시스템의 기능 및 성능까지를 고려하여야 한다. 따라서 실제 평가가 거의 불가능하다는 의견이 강하게 제시되어 구체적인 값을 제외한 텍스트만을 포함하기로 하였다. 현재 고려중인 텍스트는 다음과 같다.

[In addition inter-system handovers between the candidate IMT-Advanced system and at least one IMT[2000] system shall be supported.]

#### 아. VoIP Capacity

VoIP capacity는 셀 당 가능한 VoIP 사용자 수를 나타낸다. IMT.TECH에서는 VoIP capacity를 정의하기 위하여 다음과 같은 사항을 가정하였다.

- 서비스되지 않은 사용자의 비율이 2% 이하이며, 50% activity factor를 가지는 12.2kbps의 코덱을 가정
- 이때 서비스가 되지 않는 사용자는 단방향 무선 액세스 지연이 50ms 이하에서 사용자에게 98% 이하의 VoIP 패킷이 전달되는 것을 의미

VoIP capacity 값은 현재까지 잠정적으로 최소 40 active users/MHz/cell로 결정되었다.

### Ⅲ. 차후 일정 및 대응 방안

II장에서 기술한 바와 같이 2008년 1월 WP 5D 1차 회의를 통해 IMT-Advanced를 위한 기술적 요구사항 중 기술적 항목은 대체로 결정되었다. 그러나 아직도 각 항목들에 대한 구체적인 값은 결정되지 못한 상태이다. IMT.TECH은 원래 이번 1월 회의에서 완료될 예정이었으나 각 국가 및 업체의 의견이 첨예하게 대립하여 결국 차기 회의로 결정이

미루어졌다. 따라서 IMT.TECH은 1월 회의의 결과 문서에 대한 보완 작업을 위한 웹 미팅 형식의 CA 회의 후 이 회의에서 작성된 문서를 기반으로 차기 회의인 6월 회의에서나 최종적으로 결정될 수 있을 것으로 보인다. CA 회의에서는 현재 IMT.TECH 문서 중 가장 중요하면서도 의견의 일치를 보지 못하고 있는 부분인 최소 요구사항으로 논의의 범위를 한정하여 진행할 예정이며, 타 문서와의 연계성으로 인하여 4월 중순까지 갱신 문서의 작성 작업을 완료할 예정이다. 차기 회의로는 CA 회의 이후 6월 말에 2차 WP 5D 회의가 UAE에서 열릴 예정이며, 3차 회의는 10월 초에 한국에서 열릴 예정이다.

IMT.TECH은 원래 이번 1월 회의에서 완료될 예정이었으나 차기 회의로 완료가 미루어졌다. 이의 주요 원인은 IMT-Advanced 시스템에 대한 각국 및 각 업체의 다양한 입장이 상존하기 때문이다. 즉, IMT-Advanced에 대한 입장은 제조업체, 네트워크 운영자에 따라 다를 수 있으며, 제조업체의 경우도 현재 시장을 주도하고 있는 업체인지, 아니면 후발 업체인지에 따라 다를 수 있다. 또한 각 국가 또는 업체가 현재 IMT-Advanced 시스템을 위해 고려하고 있는 후보 시스템인 3GPP 기반인지, 3GPP2 기반인지, WiMAX 기반인지에 따라서 다를 수 있으며, 각 국가 및 업체가 현재 보유하고 있는 기술 구현 능력에 따라서도 서로 다를 수 있다.

이러한 이해 관계의 차이는 국내에서도 동일하게 존재한다고 할 수 있다. IMT-Advanced 시스템이 차세대 이동통신의 대표적 시스템으로 IT 분야의 핵심 과제 중의 하나라는 것을 고려할 때 국내에서의 이러한 이해 관계를 사전에 논의하고 조정하는 작업

#### ● 용어해설 ●

ITU-R WP 5D: 무선통신에 대한 표준화를 담당하는 ITU-R 내에서 지상 서비스 관련 표준화를 수행하는 Study Group 5 산하의 작업반이다. IMT 시스템에 대한 표준화를 주요 업무 범위로 하며 차세대 이동통신 시스템인 IMT-Advanced에 대한 표준화를 담당한다. IMT는 기존의 IMT-2000 시스템과 새로 개발중인 IMT-Advanced 시스템을 통칭하는 용어이다.

이 매우 필요한 시점이라고 할 수 있다. 이러한 조정 작업을 통해 국가 차원에서의 대응 전략을 마련하고 ITU-R에서 이루어지고 있는 관련 표준화에 대한 세부 전략도 도출될 수 있을 것이다. 현재 한국정보통신기술협회(TTA)에서는 IMT-Advanced 시스템 표준화를 위한 새로운 대응 그룹이 신설되고 있으며 이 그룹들이 국가 차원에서의 IMT-Advanced의 표준화 대응을 위한 논의의 장이 될 수 있을 것이다.

### 약어 정리

CA	Correspondence Activity
CDF	Cumulative Density Function
CEUT	Cell Edge User Throughput
CSE	Cell Spectral Efficiency
DL	Downlink

PDU	Protocol Data Unit
PSE	Peak Spectral Efficiency
RIT	Radio Interface Technology
SDU	Service Data Unit
UL	Uplink

### 참고 문헌

- [1] ITU-R Recommendation M.1822, "Draft New Recommendation ITU-R M.[IMT.SERV] - Framework for Services Supported by IMT," Oct. 2007.
- [2] ITU-R WP 5D, "DRAFT [Report on] Requirements Related to Technical System Performance for IMT-Advanced Radio Interface(s) [IMT.TECH]," R07-WP5D-080128-TD-0028, Jan. 2008.
- [3] ITU-R WP 5D, "Guidelines for Evaluation of Radio Interface Technologies for IMT-Advanced," R07-WP5D-080128-TD-0046, Jan. 2008.